

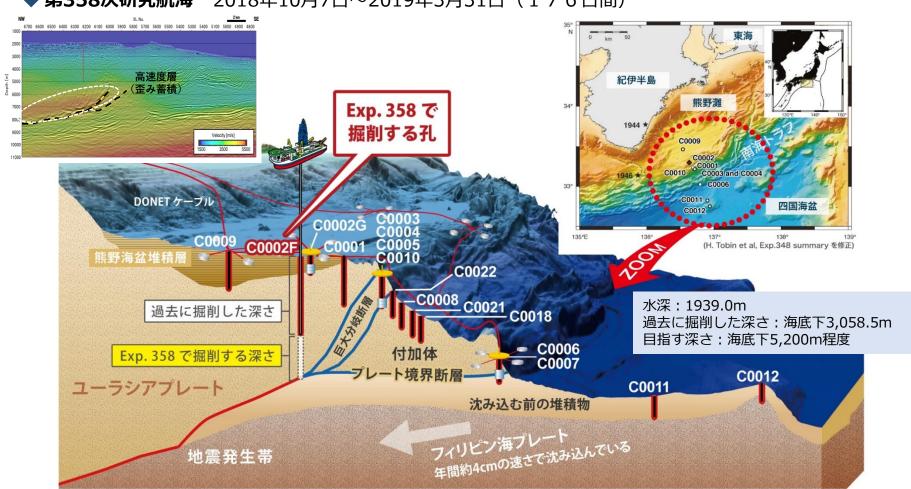


1. IODP第358次研究航海の目的



南海トラフ地震発生帯掘削計画:巨大地震発生帯浅部プレート境界断層に向けた超深度掘削の実施

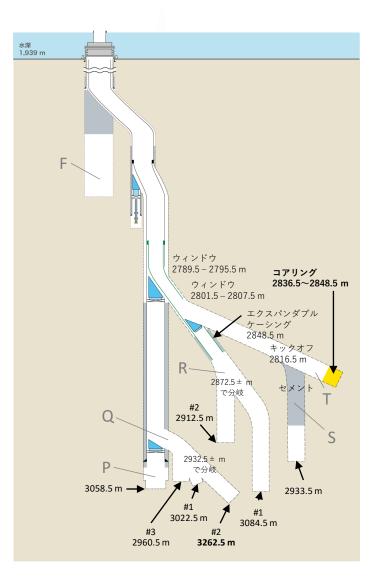
- ◆ 人類史上初めて、将来の巨大地震発生が懸念される現場(巨大地震を引き起こすひずみエネルギーの蓄積現場、巨大地震発生時に活動する断層)に直接迫る挑戦。
- ◆ C0002地点にてこれまでの掘削到達点から超深度ライザー掘削(地質試料採取、検層)
- ◆ 代替サイトでのライザーレス掘削(スロー地震と高速滑りの関係や、付加体形成史解明)
- ◆ 第358次研究航海 2018年10月7日~2019年3月31日(176日間)





2. C0002地点での掘削結果





【地質環境】

- ・南海トラフ地震発生帯掘削計画は、通常の商業掘削とは全く異なる地質環境
- ・C0002地点は、崩れやすく安定しないため掘削が非常に難しい、付加体という地層の激しい変形(褶曲)や断裂(断層)を伴う複雑な地質構造



【事前の対策】

国内外の研究者・技術者と数年をかけ議論を重ね、リスクの想定とその対策を 準備

- ・地層の状態を24時間リアルタイム監視する体制の構築
- ・ 泥水比重、素材の最適化(例:地層内への流体侵入の防止)
- ・掘削資機材の最適化(例:エクスパンタブルケーシングの採用)

※これらは海洋開発分科会提言(平成26年8月)にも記載されており、海洋研究開発機構の外部諮問委員会の1つである科学掘削安全検討委員会掘削専門部会の指摘に対応している事項



【掘削時の問題】

掘削孔の大きな崩壊等の想定リスク回避に成功。しかし、

- ・掘削編成を変える度にもとの掘削孔に戻れない(別の枝孔を掘ってしまう)
- ・前航海と比べ、同じ地層を同様な掘削ビットを使って掘削しているにも関わらず掘削のスピードが上がらない

という想定外の状況が発生

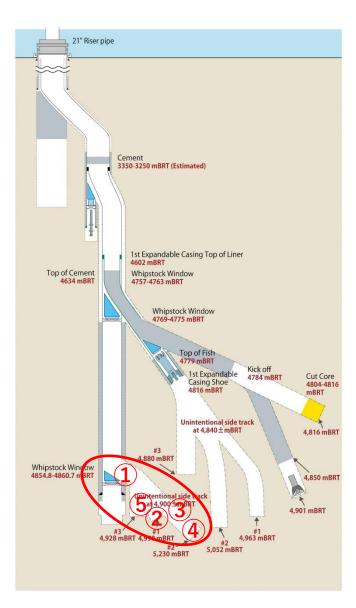


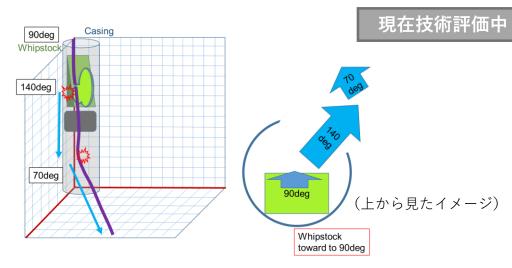
- ・予測していた以上に掘削が困難な地質構造等のため、計画より浅い深度で 掘削を終了
- ・技術的要因は技術検討委員会(Technical Advisory Team; TAT)によるレビューや外部コンサルタントの調査により詳細な分析調査を実施中



3-1. C0002地点で当初目標深度に到達しなかった推定原因-1







ST: Sidetrack 別の孔を掘ること

事象(トラブル)

- ① Window直下で方位50°変化
- ② Kick-off後、Full LWD編成を降下したが通らず。20時間試みる。
- ③ 次編成が減角部で減角せず意図しないST
- ④ 掘進率上がらず、編成替え
- ⑤ 最初に長く回した付近で意図しないST、P孔との衝突の可能性

推定原因

- 1) Window直下で地層の特性(地質、構造など)により急激に方位変化が起こった
- 2) Full LWD編成が通らなかった際に長時間同じ深度でビットを回したため、孔径が拡大した



Whipstock Window

21" Riser pipe

3-2. C0002地点で当初目標深度に到達しなかった推定原因-2



現在技術評価中

3350-3250 mBRT (Estimated) 1st Expandable Casing Top of Liner Top of Cement Whipstock Window 4757-4763 mBRT Whipstock Window 4769-4775 mBRT Top of Fish Kick off 1st Expandable Cut Cor 4804-48 Unintentional side track

at 4,840 ± mBRT

Unintentional side track at 4,900 2 mBRT

5,230 mBRT

U/R: Under Reamer 拡掘のためのツール

EC: Expandable Casing 膨らませることができるケーシング

<u>事象(トラブル)</u>

- ⑥ Kick-off後、4,840mで元孔に戻れずST、Mud Motor破損
- ① U/R編成降下するも4,840mで再びST、元孔に戻れず、ECを セット
- ⑧ ECのシューを切削中抑留、採揚作業不成功、ECにホイップ ストックをセットし、WindowカットしST

推定原因

4,816 mBRT

4,850 mBRT

4,901 mBRT

Exp.348で掘削したP孔の周辺の 地層が予想以上に悪化しており、 孔径が拡大しつつ、棚状に崩れ たためにSTが繰り返された



4. IODP第358次研究航海 成果概要



プレート境界断層を目指したC0002地点での大深度ライザー掘削の結果

国内外の研究者・技術予測を上回る複雑な地質構造等のため、最善と考える掘削アプローチを採用したものの、プレート境界断層へは到達せず掘削を断念したが、以下の成果を得た。

- ◆ 海洋科学掘削として<u>世界最深の科学掘削記録を更新</u>(海底下 3,262.5m)
- ◆ 世界最深の海底下深度である2,836.5mから2,848mの間で合計約2.5mの<u>コア試料の採取</u>、また<u>掘削同時検層(LWD)による地層物性</u> データの取得やカッティングスの採取に成功
- ◆ 海底下3,000m以深で、連続的に<u>間隙率が指数関数的に減衰</u>することを発見(地震発生帯構成物質科学への貢献)
- ◆ 孔底付近での水平圧縮応力軸方位がプレート沈み込み方向に直交する ことを検出(地震発生メカニズム、付加体形成メカニズム解明への貢献)



C0002サイトで掘削されたコア試料(一部)

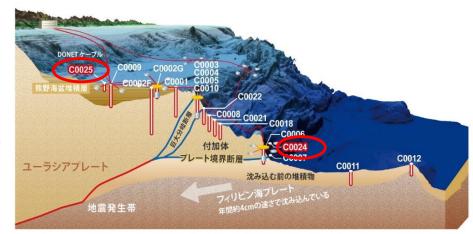


C0002サイトで掘削された カッティングス試料 (一部)

科学成果補完・補強のためのライザーレス掘削

代替サイト(予備計画)として研究者と予め検討していた、これまでの「南海トラフ地震発生帯掘削計画」の科学成果を補完・補強するライザーレス掘削を下記2地点で実施し、LWDデータ取得及びコア試料の採取を行った

- ◆ 南海トラフ海溝軸付近(C0024地点):水深約3,850m 巨大地震時の津波発生域であり、浅部スロー地震の震源域である海溝軸付近において、巨大地震(高速すべり)とスロー地震の関係を研究するための孔内計測データを取得、コア試料を採取
- ◆ <u>熊野海盆北縁(C0025地点)</u>: 水深約2,010m 南海トラフにおける付加体の形成開始時期や、<u>南海トラフ地震</u> <u>発生帯の形成プロセスを研究するため</u>のコア試料を採取





5. 今後の南海トラフ地震発生帯掘削計画について



【南海トラフ地震発生帯掘削計画の中での位置付け】

平成26年8月、海洋開発分科会「地球深部探査船「ちきゅう」による南海トラフ地震発生帯掘削計画の進め方に関する提言」において、以下の御提言を頂いている。

(1) 早期に巨大分岐断層/プレート境界断層接合部を掘り抜くことを目指す。

(2) そのため、超深度掘削(ステージ3)は、連続する2会計年度内での完遂を目指す。様々な理由によりそれ以上かかると見込まれる場合には一旦休止することを含め技術の進歩や社会情勢を鑑みて決定する。

(3) 掘削方法の選択に当たっては、計画案それぞれのリスクを徹底的に検証し、上記第2項の方針を考慮しながら、できるだけ成功確率の高い手段が選択されるよう技術的合理性に基づいた判断を行う。

残念ながらステージ3は技術的困難から予定深度までの掘削が叶わず、早期の完遂は難しい状況に至った。 今後各方面の外部専門家による厳格なレビュー、助言を受け、詳細な技術検討を進める。

【今後の方向性】

第5期科学技術基本計画にも記載される<u>巨大災害に対する研究開発の推進</u>として、南海トラフにおける巨大地震発生メカニズムの理解を進めるための3D地質構造探査及び地質試料の直接採取は極めて重要であり、その必要性はいささかも減じるものではなく、国民の安全で安心な社会の構築のためには、依然南海トラフにおける巨大地震発生帯掘削の実施が課題として残されている。

今回の科学掘削を通じて得た科学・技術的知見をもとに、新たな地震調査研究の成果も取り入れ、段階的な科学目標の設定と着実な到達のための技術を再検討し、地球深部探査船「ちきゅう」による「巨大分岐断層/プレート境界断層接合部を掘り抜くこと」を通じて、国民の安全で安心な社会構築のために貢献したい。



船上での研究者会議風景



研究室での作業風景



コア試料回収作業風景



国民から寄せられた応援メッセージ